

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 657 801

②1 N° d' nregistrement national : 91 00019

⑤1 Int Cl<sup>5</sup> : B 22 F 7/08; C 23 C 24/10/B 23 K 1/008; B 23 K 101:34

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 02.01.91.

③0 Priorité : 03.02.90 US 475745.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 09.08.91 Bulletin 91/32.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite: THE PULLMAN COMPANY — US.

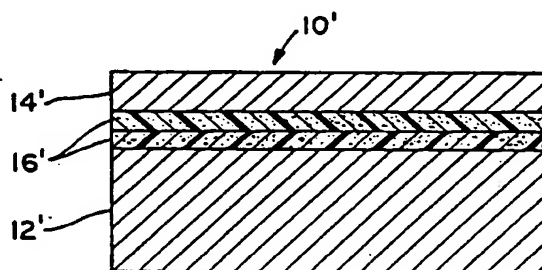
⑦2 Inventeur(s) : Solanki Mukesh M. et Harley Christopher B.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Lavoix.

⑤4 Article composite du type comportant un revêtement métallique souple brasé sur un substrat métallique et procédé de réalisation d'un tel article composite.

⑤7 L'invention a pour objet un article composite, (10') obtenu en brasant un revêtement métallique souple en forme de toile, contenant des particules servant de matrice (12') dans une matière servant de support et formée de PTFE, sur une surface d'une matière métallique servant de substrat, caractérisé en ce que le revêtement métallique est constitué de plusieurs couches (16') métalliques souples et minces en forme de toile.



FR 2 657 801 - A1



La présente invention concerne la modification de propriétés physiques choisies d'articles métalliques préformés et elle concerne plus particulièrement une amélioration de la résistance à l'usure de substrats métalliques à surface dure.

5 Il est parfois avantageux de revêtir un substrat, notamment un métal, d'un revêtement possédant des propriétés spéciales, par exemple une certaine résistance à l'usure ou une certaine résistance à la corrosion. Une certaine résistance à l'usure peut être conférée à un substrat en le revêtant d'un revêtement constitué d'un mélange de matière abrasive dur ,  
10 telle que du carbure de tungstène en poudre ou une matière analogue, dispersée dans un métal servant de charge dure. Une certaine résistance à la corrosion peut être conférée à un substrat à l'aide d'un revêtement analogue constitué d'un métal ou alliage résistant à la corrosion. En prévoyant à la place d'autres matières servant de matrice, on peut obtenir  
15 d'une manière analogue d'autres propriétés physiques spéciales ou améliorées.

Antérieurement aux travaux de Breton et autres (brevets US-A-3 743 556, US-A-3 916 506 et US-A-4 194 040 au contenu desquels on pourra avantageusement se reporter, il était difficile  
20 de produire un tel revêtement, notamment sur des objets ayant une forme complexe ou compliquée ou nécessitant une épaisseur de revêtement supérieure à 0,508 mm. Dans les procédés antérieurs utilisant des techniques de projection au plasma et au pistolet à flamme, il était difficile d'obtenir des revêtements uniformes sur un substrat, notamment un substrat présentant  
25 une surface complexe. Une difficulté analogue se présentait dans le procédé antérieur utilisant des techniques telles que l'application de particules abrasives sur le substrat au poudré.

Breton et autres éliminaient un grand nombre des difficultés qui existaient dans les procédés de la technique antérieure en fournissant un  
30 procédé utilisant une première couche, d'une épaisseur voulue, en une matière pulvérulente à point de fusion élevé servant de matrice et disposée dans une matière organique servant de liant, et une seconde couche en une matière, pulvérulente et à point de fusion plus faible, servant de charge de brasage et disposée aussi dans un liant organique. On place alors la  
35 première couche sur le substrat, puis à son tour la seconde couche sur le dessus de celle-ci. La matière servant de matrice se caractérise par le fait qu'elle est mouillée par le métal ou alliage servant de charge de brasage et se trouvant à l'état fondu. On élève alors la température de cet ensemble en vue de décomposer le liant et de faire fondre le métal ou

alliage servant de charge, lequel s'introduit à l'état fondu, par capillarité, dans la couche servant de matrice. Par refroidissement, on obtient alors un revêtement essentiellement exempt de vides qui est lié au substrat. Le procédé permettant de préparer tant la matière en particules dures servant de matrice que les couches ou préformes en alliage servant de charge de brasage, en utilisant du polytétrafluoroéthylène (PTFE) en fibrilles, est décrit dans les brevets US-A-3 916 506 et 4 194 040. L'un des facteurs importants permettant de déterminer les propriétés physiques finales obtenues à l'aide du procédé de Breton et autres (caractéristiques de résistance à l'usure et/ou de résistance à la corrosion) pour le revêtement est constitué par la valeur du tassement des particules servant de matrice. Cette quantité de particules servant de matrice présente dans la préforme et dans la couche de revêtement final dépend en général de trois facteurs constituant des propriétés de la matière : taille des particules, granulométrie et forme. Cela s'est avéré être un facteur limitant la mise en oeuvre du procédé considéré. On a souhaité essayer d'accroître cette quantité de particules présente, mais les propriétés inhérentes de la matière pulvérulente (taille des particules, granulométrie et forme) et les contraintes de traitement ont limité le succès, notamment pour des articles dans lesquels la couche de revêtement finale excède 0,762 mm.

La présente invention a pour but de fournir un revêtement amélioré. Elle a aussi pour but de fournir un revêtement à surface dure possédant une résistance à l'usure améliorée. Elle a encore pour but de fournir un article et un procédé perfectionnés pour lesquels il est brasé sur un substrat plusieurs couches de surface contenant des particules servant de matrice.

Une méthode permettant d'accroître les propriétés voulues (résistance à l'usure/résistance à la corrosion) d'un revêtement a consisté à augmenter la densité de matières solides de la couche ou préforme servant de matrice (dans le cas de la résistance à l'usure, la densité de matières solides de la préforme à particules dures). Il a été constaté que, lorsqu'on réduit l'épaisseur de la préforme à particules dures à l'aide de méthodes de laminage, la quantité (densité) des particules dures dans la couche ou feuille en forme de toile augmente. Ainsi, pour obtenir une résistance à l'usure améliorée pour une épaisseur donnée de revêtement (d'une manière typique de 0,762 mm ou plus), on devrait utiliser des couches multiples formées de feuilles à particules dures. En fait, on a constaté qu'en réduisant l'épaisseur des couches et en utilisant, à la place d'une couche unique, deux couches minces ou plus présentant la même

épaisseur totale, non seulement on obtient une augmentation de la densité, mais il en résulte aussi un accroissement beaucoup plus important de la résistance à l'usure.

C'est pourquoi la présente invention a pour objet un article composite, obtenu en brasant un revêtement métallique souple en forme de toile, contenant des particules servant de matrice dans une matière servant de support et formée de PTFE, sur une surface d'une matière métallique servant de substrat, caractérisé en ce que le revêtement métallique est constitué de plusieurs couches métalliques souples et minces en forme de toile.

Suivant un mode particulier de réalisation, l'épaisseur de chacune des multiples couches métalliques souples en forme de toile peut varier de 10% à 90% de l'épaisseur totale du revêtement métallique.

De préférence, les particules servant de matrice peuvent être choisies dans le groupe constitué par le carbure de tungstène, le carbure de titane, le borure de nickel et le carbure de chrome.

L'invention a aussi pour objet un procédé permettant de produire un article composite par brasage d'une matière de revêtement métallique souple en forme de toile sur un substrat en vue de réaliser le revêtement de surface voulu, d'une épaisseur fixée à l'avance, sur le substrat métallique, selon lequel le revêtement métallique voulu est formé d'une poudre servant de matrice, mélangée à du PTFE et travaillée mécaniquement de façon à mettre le PTFE sous forme de fibrilles et à emprisonner les particules servant de matrice, puis on soumet le revêtement métallique à une autre opération de laminage qui réduit l'épaisseur depuis 20% environ jusqu'à 85% environ de l'épaisseur d'origine, fixée à l'avance, du revêtement final de surface voulu, et on découpe le revêtement, dont l'épaisseur a été réduite, en une série de préformes ayant une configuration voulue fixée à l'avance. Toujours selon le procédé, on positionne, sur la surface du substrat métallique, plusieurs de ces préformes dont l'épaisseur combinée correspond approximativement à l'épaisseur fixée à l'avance pour le revêtement voulu de surface et on les brase de façon à réaliser l'article composite possédant les propriétés spéciales voulues ; d'une manière plus précise, le procédé consiste ensuite à positionner plusieurs des préformes considérées l'une au-dessus de l'autre sur la surface du substrat métallique, ces multiples préformes ayant une épaisseur totale pratiquement égale à l'épaisseur fixée à l'avance pour le revêtement voulu, à prévoir une feuille de matière de brasage, d'une configuration voulue déterminée à l'avance, placée au-dessus des préformes et à élever la température du

substrat, des préformes et de la matière de brasage de façon à réaliser une liaison métallurgique des préformes sur le substrat métallique, ce qui donne ainsi l'article composite comportant une couche de revêtement possédant des propriétés spéciales.

5 Un avantage obtenu à l'aide de la présente invention est que l'on dispose d'un article composite possédant des propriétés physiques fortement améliorées en ce qui concerne sa couche de revêtement.

10 Un autre avantage obtenu à l'aide de l'invention est que l'on dispose d'un article composite possédant une couche de revêtement épaisse possédant des propriétés de résistance à l'usure fortement améliorées.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, à titre d'exemple non limitatif et en regard du dessin annexé sur lequel :

15 la figure 1 représente un article composite réalisé conformément à la technique antérieure et

la figure 2 représente un article composite réalisé conformément à la présente invention.

20 Si on se reporte au dessin, les figures ont uniquement pour but d'illustrer un mode de réalisation de la technique antérieure et un mode de réalisation préféré de l'invention, et non pas de limiter cette dernière. La figure 1 représente un article composite 10 de la technique antérieure dans lequel une couche métallique servant de matrice 12 et une couche métallique servant de charge de brasage 14 font l'objet d'une élévation de température de la manière décrite de façon complète dans le brevet US-A-3  
25 743 556, de façon à constituer un revêtement voulu de surface (non représenté) sur un substrat 15. Exposé d'une manière succincte, on obtient le revêtement sur la surface du substrat en déposant d'abord sur ce substrat une couche ou préforme de particules servant de matrice (matière pulvérulente servant de matrice disposée dans du PTFE en fibrilles), puis en  
30 appliquant, au-dessus de cette préforme de particules servant de matrice, une couche ou préforme d'alliage servant de charge de brasage (matière servant de charge de brasage disposée dans du PTFE en fibrilles). Le poids et l'épaisseur de cette préforme de brasage sont adaptés à la densité relative de la préforme servant de matrice afin de fournir une couche ou revêtement  
35 entièrement dense ayant la même épaisseur d'ensemble que celle de la couche métallique initiale servant de matrice. Si on le désire, on peut utiliser une substance adhésive pour maintenir initialement réuni cet ensemble. Le brasage est effectué dans une atmosphère contrôlée ou sous vide, à une température supérieure à la température de fusion de la charge

de brasage, mais inférieure à celle des particules servant de matrice. A une telle température, la matière fondue de brasage s'infiltré à travers la préforme de particules servant de matrice et remplit les vides, en réalisant par suite une liaison sur le substrat par effet de diffusion, ce qui donne une couche de revêtement ayant essentiellement la même épaisseur que la couche métallique initiale servant de matrice.

La figure 2 représente un article composite 10' conforme à la présente invention, dans lequel la couche métallique pulvérulente servant de matrice totale 12' est constituée de deux feuilles ou préformes 16' ou plus. D'une manière typique, ces feuilles 16' sont en une matière formée de particules dures, telles que du carbure de tungstène, du carbure de titane, du borure de nickel, du carbure de chrome ou des matières analogues, emprisonnées dans un liant organique formé de PTFE en fibrilles. Pour des raisons de facilité de fabrication, les feuilles 16', au nombre de deux ou plus, sont en général d'épaisseurs égales dont le total est égal à l'épaisseur de la feuille 12' et en définitive à l'épaisseur du revêtement final. Néanmoins, dans des applications spéciales, l'épaisseur des différentes feuilles pourrait varier de 10% à 90% de l'épaisseur d'ensemble du revêtement final. Ceci signifie qu'on peut facilement utiliser des feuilles d'épaisseurs différentes dont l'épaisseur totale soit égale à celle de la couche finale du revêtement voulu.

Conformément à la présente invention, les feuilles qui constituent la couche 12' sont réduites en épaisseur, d'une manière typique depuis environ 25% jusqu'à environ 85% de l'épaisseur de la couche 12', ce qui accroît ainsi la densité des matières solides, d'une manière typique de 10% ou plus. Cette augmentation de 10% de la densité en matières solides a entraîné une augmentation des propriétés voulues (résistance à l'usure) qui atteint 50% ou plus.

La présente invention est décrite de manière plus détaillée à l'aide des exemples suivants s'opposant à la technique antérieure et à l'aide de mises en oeuvre préférées de l'invention.

#### Exemple 1

On a mélangé de la poudre de carbure de tungstène (40% en volume de particules d'une taille de 2 à 5 micromètres et 60% en volume de particules d'une taille inférieure à 44 micromètres) avec 6% en volume de Téflon (PTFE). On a travaillé mécaniquement ce mélange de façon à donner au PTFE la structure de fibrilles et à emprisonner les particules de carbure de tungstène, réalisant ainsi une feuille analogue à une toile, ainsi qu'il est décrit d'une manière complète dans les brevets US-A-3 864 124 et

US-A-4 194 040. On a laminé la feuille jusqu'à une épaisseur de 1,524 mm, avec une densité de matières solides d'approximativement 52% en volume.

On a mélangé 6% en volume de PTFE à une poudre d'alliage de brasage ayant une composition de 81,5% de nickel, 15% de chrome et 3,5% de bore en volume, de façon à former une feuille analogue à une toile, semblable à celle de la feuille de carbure de tungstène indiquée plus haut, avec une densité en poids et une épaisseur qui sont prévues de façon à remplir les vides existant dans cette feuille de carbure de tungstène. L'échantillon d'essai dont la surface devait être rendue dure était un acier à faible teneur en carbone (7,62 cm x 2,54 cm x 0,635 cm). On a découpé les feuilles de carbure et de matière de brasage en préformes d'une taille de 7,62 cm x 2,54 cm en vue d'en réaliser la liaison sur la surface du substrat. On a placé la préforme de carbure sur le dessus de la surface du substrat et on a placé la préforme de brasage sur le dessus de la préforme de carbure, de la manière représentée à la figure 1. Les préformes étaient maintenues provisoirement réunies à l'aide d'une substance adhésive. On a porté l'échantillon d'essai assemblé à 2 085°F, dans un four sous vide, pendant 30 minutes. La matière de brasage a fondu et s'est infiltrée dans la préforme de carbure et, après refroidissement, l'article présentait un revêtement de carbure de tungstène d'approximativement 1,524 mm sur le substrat en acier, comme dans le brevet US-A-3 743 566. On a meulé la surface du revêtement à l'aide d'une meule diamantée de façon à permettre une mesure précise de la résistance à l'usure suivant la méthode d'essai standard ASTM 665 Mode Opératoire "A". L'essai a fait apparaître une perte de revêtement par usure dont la mesure était de 0,0088 cm<sup>3</sup>. Cela a permis de calculer un facteur de résistance à l'abrasion (FRA) de 113.

#### Exemple 2

En utilisant une série de phases de laminage à réductions successives, on a réduit encore jusqu'à 0,762 mm la feuille de carbure de tungstène indiquée dans l'exemple 1, qui avait une épaisseur de 1,524 mm. On a constaté que la densité des matières solides de la feuille s'est élevée de 52% à 60%. A partir de la feuille de carbure, on a découpé deux préformes d'une taille de 7,62 cm x 2,54 cm. On a appliqué ces préformes de carbure l'une au-dessus de l'autre sur le substrat en acier. On a alors appliqué la préforme d'alliage de brasage de l'exemple 1 sur le dessus du carbure de façon à réaliser le composite représenté à la figure 2. Les conditions de brasage étaient les mêmes que celles décrites dans l'exemple 1. Finalement, on a soumis l'échantillon d'essai revêtu à un essai d'usure d'abrasion de la même manière que pour l'échantillon de l'exemple 1. La

mesure de la perte en volume du revêtement était de 0,0061 cm<sup>3</sup>. La valeur FRA résultante était de 163.

### Exemple 3

On a réalisé un essai analogue à celui décrit à l'exemple 2 en utilisant trois couches identiques d'une épaisseur de 0,508 mm, de façon à donner l'épaisseur de 1,524 mm de la couche de carbure de tungstène. La densité des matières solides de la feuille était de 67%. On a soumis cet échantillon revêtu à un essai d'usure d'abrasion à l'aide de la même méthode d'essai qu'aux exemples 1 et 2. La mesure de la perte de volume du revêtement était de 0,00518 cm<sup>3</sup>. La valeur FRA résultante était de 193.

Ainsi, une comparaison des résultats des essais effectués sur les revêtements réalisés à l'aide du procédé de la technique antérieure (exemple 1) et à l'aide du procédé de la présente invention (exemples 2 et 3), montre que, alors que le procédé de la présente invention fournissait une augmentation de seulement respectivement 8% et 15% pour la densité des matières solides de la préforme de carbure, la valeur de la résistance à l'usure augmentait respectivement de 44% et 71%. Ce fait assure au produit une durée de vie fortement accrue.

Le nouveau procédé de la présente invention constitue un procédé permettant de réaliser, sur un substrat métallique, un revêtement voulu de surface servant de matrice, dans lequel une poudre servant de matrice est mélangée à du PTFE et est travaillée mécaniquement de façon à donner au PTFE la structure de fibrilles et à emprisonner les particules de la surface servant de matrice de façon à constituer plusieurs feuilles en forme de toile, en formant une couche d'une épaisseur fixée à l'avance qui est supérieure à environ 0,762 mm, et il comporte plus particulièrement le perfectionnement suivant lequel la feuille en forme de toile est soumise à une série de phases de laminage à réductions successives à l'aide desquelles son épaisseur est réduite depuis environ 25% jusqu'à environ 85% de la couche d'épaisseur déterminée à l'avance, la feuille étant ensuite découpée en une série de préformes présentant une configuration déterminée à l'avance et au moins deux de ces préformes étant positionnées sur la surface d'un substrat pour article et étant brasées de façon à fournir un article composite à surface dure possédant des propriétés physiques, telle que la résistance à l'usure, qui sont améliorées.

En plus des couches de préforme utilisées pour former un revêtement superficiel à face dure, on peut utiliser d'autres préformes entre la couche superficielle à face dure et la surface du substrat, de la manière enseignée dans la demande de brevet US n° 07/475 757 déposé le 06/02/1990.



Il convient de répéter que, bien que les différentes feuilles puissent avoir une épaisseur correspondant à 10% à 90% de l'épaisseur du revêtement ou des préformes jusqu'ici utilisés, l'épaisseur que l'on préfère le mieux pour les feuilles est comprise entre plus et moins 10% par rapport à l'égalité d'épaisseur, tandis que le mode de réalisation que l'on préfère encore mieux est celui utilisant des préformes présentant une épaisseur approximativement égale. Il est bien entendu évident qu'au lieu d'utiliser deux préformes ou plus qui offrent approximativement la même épaisseur que la préforme unique utilisée jusqu'ici, il est possible aussi d'utiliser des préformes encore plus minces, au nombre de deux ou plus, qui fourniraient une surface dure de l'article composite qui serait plus mince que celle utilisée jusqu'ici, mais en présentant la même valeur de résistance à l'usure que celle fournie par la préforme à face dure formée d'une couche unique plus épaisse utilisée jusqu'ici.

Bien que l'article du dessin ait été représenté comme offrant une forme à section rectangulaire, il pourrait aussi présenter, ainsi que cela a été remarqué, une forme circulaire, ou encore carrée, ovale, allongée ou toute autre forme convenable, plus particulièrement celles présentant une configuration non rectiligne.

Les brevets et la demande de brevet cités dans la description sont considérés comme étant incorporés ici par référence.

Il est clair que, conformément à la présente invention, on a fourni un procédé et un produit qui permettent totalement d'atteindre les buts, utiliser les moyens et obtenir les avantages qui ont été indiqués plus haut.

REVENDEICATIONS

1. Article composite, obtenu en brasant un revêtement métallique souple en forme de toile, contenant des particules servant d matrice dans une matière servant de support et formée de PTFE, sur une surface d'une  
5 matière métallique servant de substrat, caractérisé en ce que le revêtement métallique est constitué de plusieurs couches métalliques souples et minces en forme de toile.

2. Article composite suivant la revendication 1, caractérisé n ce que les particules servant de matrice sont choisies dans le groupe constitué par le carbure de tungstène, le carbure de titane, le borure d  
10 nickel et le carbure de chrome.

3. Article composite suivant la revendication 1, caractérisé n ce que l'épaisseur de chacune des multiples couches métalliques souples en forme de toile varie de 10% à 90% de l'épaisseur totale du revêtement  
15 métallique.

4. Article composite suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les multiples couches minces en forme de toile ont la même épaisseur générale.

5. Article composite suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les multiples couches minces en forme de toile ont une épaisseur qui  
20 a été réduite depuis environ 20% jusqu'à environ 85% de l'épaisseur du revêtement métallique.

6. Procédé permettant de produire un article composite par brasage d'une matière de revêtement métallique souple en forme de toile sur  
25 un substrat en vue de réaliser le revêtement de surface voulu, d'une épaisseur fixée à l'avance, sur le substrat métallique, selon lequel le revêtement métallique voulu est formé d'une poudre servant de matrice, mélangée à du PTFE et travaillée mécaniquement de façon à mettre le PTFE sous forme de fibrilles et à emprisonner les particules servant de matrice, caractérisé  
30 en ce qu'on travaille le revêtement métallique à l'aide d'une autre opération de laminage de façon à réduire l'épaisseur depuis 25% environ jusqu'à 85% environ de l'épaisseur d'origine, fixée à l'avance, du revêtement final de surface voulu, on découpe le revêtement, dont l'épaisseur a été réduite, en une série de préformes ayant une configuration voulue fixée à l'avance,  
35 on positionne plusieurs des préformes considérées l'une au-dessus de l'autre sur la surface du substrat métallique, ces multiples préformes ayant une épaisseur totale pratiquement égale à l'épaisseur fixée à l'avance pour le revêtement voulu, on prévoit une feuille de matière de brasag , d'une configuration voulue déterminée à l'avance, placée au-dessus

des préformes et on élève la température du substrat, des préformes et de la matière de brasage de façon à réaliser une liaison métallurgique des préformes sur le substrat métallique, ce qui donne ainsi l'article composite comportant une couche de revêtement possédant des propriétés spéciales.

5 7. Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce que les multiples préformes ont la même épaisseur générale.

8. Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce que les particules servant de matrice sont choisies dans le groupe constitué par l

10 carbure de tungstène, le carbure de titane, le borure de nickel et le carbure de chrome.

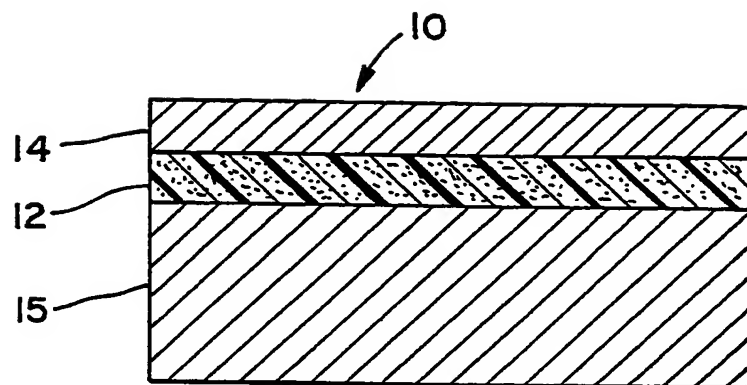


FIG. 1

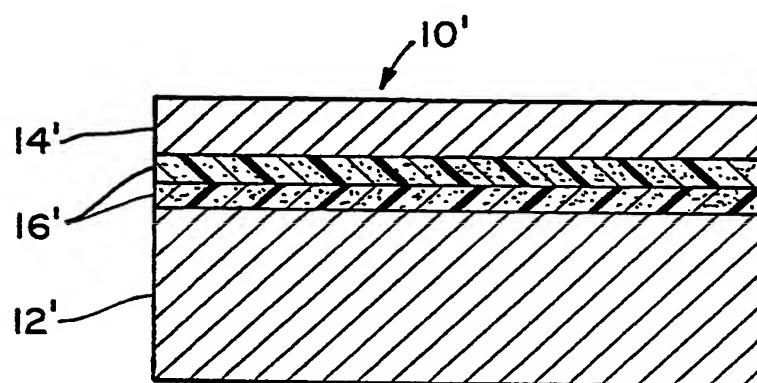


FIG. 2